

**COOLING CIRCUIT OF MOTOR**

Patent Number: JP9182375  
Publication date: 1997-07-11  
Inventor(s): HASEBE MASAHIRO; YAMAGUCHI YASUO  
Applicant(s): AISIN AW CO LTD  
Requested Patent: ☐ JP9182375  
Application Number: JP19950349980 19951225  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H02K9/19; H02K1/32  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent heat generation due to the generation of an eddy-current loss and a hysteresis loss by cooling the core of a rotor in a motor.

**SOLUTION:** This motor is composed of a rotor shaft 2, a rotor 3 comprising a core 30 and a stator 4. This cooling circuit comprises an axial oil path 32 passing through the core 30 in the axial direction, an oil path inside the rotor shaft 2 for supplying oil to the oil path from the end part and a supply means 5. The oil supplied from the supply means 5 is supplied to the core 30 from the oil path 22 of the rotor shaft 2 by centrifugal force and made to flow from one end of the axial oil path 32 to the other end in one way without being retarded to cool the core and after that, is supplied to coil ends 41a, 41b to cool the stator 4.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-182375

(43)公開日 平成9年(1997)7月11日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 K	9/19		H 0 2 K	B
	1/32			Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平7-349980

(22)出願日 平成7年(1995)12月25日

(71)出願人 000100768

アイシン・エイ・ダブリュ株式会社  
愛知県安城市藤井町高根10番地

(72)発明者 長谷部 正広

愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシ  
ン・エイ・ダブリュ株式会社内

(72)発明者 山口 康夫

愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシ  
ン・エイ・ダブリュ株式会社内

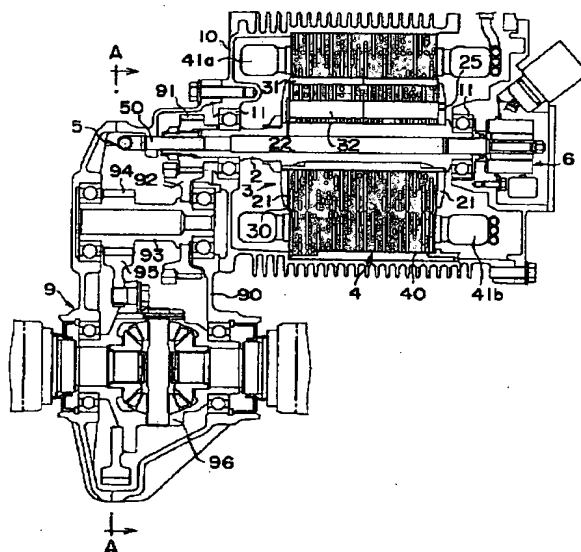
(74)代理人 弁理士 阿部 英幸

(54)【発明の名称】 モータの冷却回路

(57)【要約】

【課題】 モータにおいて、ロータのコアを冷却して、うず電流損やヒステリシス損の発生による発熱を抑える。

【解決手段】 モータは、ロータシャフト2と、コア30とからなるロータ3と、ステータ4とから構成される。冷却回路は、コア30を軸方向に貫通する軸方向油路32と、該油路に端部から油を供給するロータシャフト2内の油路と、供給手段5とからなる。供給手段5から供給された油は、遠心力でロータシャフト2の油路22からコア30に供給され、軸方向油路32を端から端まで一方通行で滞ることなく流れてコアを冷却し、その後コイルエンド41a、41bに供給されてステータ4を冷却する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ロータシャフトと、該ロータシャフト上に嵌合され、複数の鋼板を積層して構成されたコアと、からなるロータと、

該ロータの径方向外方に配設されたステータと、からなるモータの冷却回路において、

前記ロータシャフトは、軸方向油路及び該軸方向油路に連通する径方向油路を有し、

前記コアは、該コアを軸方向に貫通する軸方向油路を有し、

前記ロータのコアの端部には、前記ロータシャフトの径方向油路と前記コアの軸方向油路の一端とを連通する連絡油路を有するプレートが配設され、

前記ロータシャフトの軸方向油路に油を供給する供給手段が設けられたことを特徴とするモータの冷却回路。

【請求項2】 ロータシャフトと、該ロータシャフト上に嵌合され、複数の鋼板を積層して構成されたコアと、からなるロータと、

該ロータの径方向外方に配設され、軸方向両端に張り出す第1及び第2のコイルエンドを有するステータと、からなるモータの冷却回路において、

前記ロータシャフトは、軸方向油路及び該軸方向油路に連通する第1及び第2の径方向油路を有し、

前記コアは、該コアを軸方向に貫通する第1及び第2の軸方向油路を有し、

前記ロータシャフトに嵌合して前記ロータのコアの軸方向両端に配設された第1及び第2のプレートが設けられ、

該第1のプレートには、前記ロータシャフトの第1の径方向油路と前記コアの第1の軸方向油路とを連通する第1の連絡油路と、前記コアの第2の軸方向油路に連通し、前記ステータの第1のコイルエンドの径方向内側で開口する第1の油孔が形成され、

前記第2のプレートには、前記ロータシャフトの第2の径方向油路と前記コアの第2の軸方向油路とを連通する第2の連絡油路と、前記コアの第1の軸方向油路に連通し、前記ステータの第2のコイルエンドの径方向内側で開口する第2の油孔が形成され、

前記ロータシャフトの軸方向油路に油を供給する供給手段が設けられたことを特徴とするモータの冷却回路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電気モータに関し、特に、該モータの発熱による特性変化を防ぐ技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 電気モータのロータは、該ロータを構成するコア鉄心に生じるうず電流損及びヒステリシス損により発熱する。こうした損失は、モータの負荷が大きくなり、供給される電流が大きいほど大きくなり、それにつ

れて発熱量も大きくなる。そのため、米国特許第4,418,777号明細書には、モータを油で冷却すべく、オイルポンプからの油をロータシャフトの軸方向油路に供給し、そこからロータシャフトの径方向油路を介し、更に鋼板を積層して構成されたコア内の径方向油路を経て、コア内を貫通する軸方向油路に供給し、コア内を流れる油によりロータを冷却する電気自動車駆動用モータの冷却回路が開示されている。この冷却回路では、コアの軸方向油路への油の供給は、その軸方向中央位置の径方向油路からなされるようにしているので、軸方向油路内の油の流れは、2つに分かれて互いに逆方向へ向かう流れとなる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記従来技術のような冷却回路では、車両が旋回するときのように油に遠心力が作用した場合や、道路傾斜により走行時にモータに与えられる傾斜や車両へのモータの取付け姿勢により当初からモータに与えられる傾斜等により、モータのロータシャフトが水平面に対して傾斜している場合には、コアの軸方向油路にその中央位置から供給される油は、その位置から一方に偏って流れ、反対方向に向かう流れが滞るため、油の定常的な流れを確保してロータ全体を常に効率よく冷却することができないという問題点があった。

【0004】 そこで、本発明は、ロータを通る油の流れが定常的にロータを軸方向に横断する流れとなるようにすることで、ロータ全体を常時確実に冷却することのできるモータの冷却回路を提供することを第1の目的とする。

【0005】 更に、本発明は、上記のような油の流れを維持させてロータを確実に冷却しながら、更に、ステータのコイルエンドをも確実に冷却して、コイルを熱から保護し、更にコイルの電気抵抗の増加を抑えることのできるモータの冷却回路を提供することを第2の目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記第1の目的を達成するため、本発明は、ロータシャフトと、該ロータシャフト上に嵌合され、複数の鋼板を積層して構成されたコアと、からなるロータと、該ロータの径方向外方に配設されたステータと、からなるモータの冷却回路において、前記ロータシャフトは、軸方向油路及び該軸方向油路に連通する径方向油路を有し、前記コアは、該コアを軸方向に貫通する軸方向油路を有し、前記ロータのコアの端部には、前記ロータシャフトの径方向油路と前記コアの軸方向油路の一端とを連通する連絡油路を有するプレートが配設され、前記ロータシャフトの軸方向油路に油を供給する供給手段が設けられたことを特徴とする。

【0007】 次に、上記第2の目的を達成するため、本発明は、ロータシャフトと、該ロータシャフト上に嵌合

され、複数の鋼板を積層して構成されたコアと、からなるロータと、該ロータの径方向外方に配設され、軸方向両端に張り出す第1及び第2のコイルエンドを有するステータと、からなるモータの冷却回路において、前記ロータシャフトは、軸方向油路及び該軸方向油路に連通する第1及び第2の径方向油路を有し、前記コアは、該コアを軸方向に貫通する第1及び第2の軸方向油路を有し、前記ロータシャフトに嵌合して前記ロータのコアの軸方向両端に配設された第1及び第2のプレートが設けられ、該第1のプレートには、前記ロータシャフトの第1の径方向油路と前記コアの第1の軸方向油路とを連通する第1の連絡油路と、前記コアの第2の軸方向油路に連通し、前記ステータの第1のコイルエンドの径方向内側で開口する第1の油孔が形成され、前記第2のプレートには、前記ロータシャフトの第2の径方向油路と前記コアの第2の軸方向油路とを連通する第2の連絡油路と、前記コアの第1の軸方向油路に連通し、前記ステータの第2のコイルエンドの径方向内側で開口する第2の油孔が形成され、前記ロータシャフトの軸方向油路に油を供給する供給手段が設けられたことを特徴とする。

#### 【0008】

【発明の作用及び効果】上記請求項1記載の構成では、冷却回路の供給手段によりロータシャフトの軸方向油路から供給された油は、ロータシャフトの軸方向油路、ロータシャフトの径方向油路、プレートの連絡油路を経て、コアの軸方向油路の端部から他端に向かう一方通行の流れとなる。したがって、モータのロータシャフトが水平面に対して傾斜している場合や、油に遠心力が作用している場合でも、コアの軸方向油路内の油の流れが滞ることがなく、常にコア内を軸方向に横断する油の流れが確保され、それによりロータ全体を確実に冷却することができる。更に、上記コアの軸方向油路への油の供給を、コアの端部に配設された別体のプレートを介して行うようにしているので、ロータの加工が簡素化される。また、これにより、コアを構成する複数の積層鋼板の一部のものに油をロータシャフトから軸方向油路に導くための連絡油路を形成する必要がないので、積層鋼板の形状を全て同一形状に統一することができるため、部品品種数を減らすことができる。

【0009】次に、請求項2記載の構成では、冷却回路の供給手段からロータシャフトの軸方向油路に供給された油は、一方で、ロータシャフトの第1の径方向油路、プレートの第1の連絡油路を経て、コアの第1の軸方向油路を一方通行の流れとなって流れ、第2油孔からロータの遠心力によりステータの第2のコイルエンドに供給される。また、他方で、ロータシャフトの第2の径方向油路、プレートの第2の連絡油路を経てコアの第2の軸方向油路を逆向きの一方通行の流れとなって流れ、第1の油孔からロータの遠心力によりステータの第1のコイルエンドに供給される。したがって、コアの第1及び第

2の軸方向油路に供給された油は、第1及び第2の軸方向油路それぞれについて、一端から他端に達する相互に逆向きの一方通行の流れとなり、ロータの軸方向全長に及び、しかもロータの周方向についても複数箇所で行われる熱交換によるコアの冷却が可能となり、しかも、その後にステータの第1及び第2のコイルエンドに供給されて、コイルエンドとの熱交換によるコイルの冷却により、エナメル、ワニス、絶縁紙の熱に対する保護と、電気抵抗の増加を抑えることができる。更に、コアの第1及び第2の軸方向油路への油の供給を、コアの端部に配設された別体の第1及び第2のプレートを介して行うようにしているので、コア自体に連絡油路を形成することによるロータの加工の複雑化を避けることができる。また、これにより、コアを構成する複数の積層鋼板の一部のものに油をロータシャフトから軸方向油路に導くための連絡油路を形成する必要がないので、積層鋼板の形状を全て同一形状に統一することができるため、部品品種数を減らすことができる。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】以下、図面に沿い、本発明の実施形態を説明する。この形態に係るモータは、直流ブラシレスモータとされている。まず概略構成から説明すると、図1に軸方向展開断面を示すように、モータは、モータケース10に両端をベアリング11を介して回転自在に支持されたロータシャフト2と、ロータシャフト2上に回り止め嵌合され、極数（本実施形態において6極）に対応する複数（周方向に6個）の永久磁石31が等ピッチ角度で配設され、電磁鋼板からなる鉄心を軸方向に多数積層したコア30からなるロータ3と、モータケース10に外周を回り止め嵌合され、ロータ3の径方向外方に配設され、同じく電磁鋼板からなる鉄心を軸方向に多数積層したコア40と、コア40のスロットにコイル部を挿通され、コア40の軸方向両端から張り出す第1及び第2のコイルエンド41a、41b（以下、位置関係を区別する意味で、必要に応じて、各部材の参照符号数字の末尾に英小文字の識別符号を付す）を有するステータ4とを備える。なお、図において、符号6はロータシャフト2の一端に固定されて、ロータシャフト2の回転から磁極位置を検出するレゾルバを示す。

【0011】このような構成からなるモータは、本形態では、そのモータケース10をギヤケース90に結合して組み合わせられ、差動装置9と一体化された電気自動車駆動装置とされている。したがって、ロータシャフト2の一端に固定された歯車91は、大径歯車92、カウンタ軸93、小径歯車94及びリングギヤ95を介してデフケース96に駆動連結されている。なお、差動装置9は、ユニバーサルジョイントを介して、左右の車軸に連結されている。

【0012】図3に詳細を示すように、ロータ3は、そのコア30の軸方向両端に配設され、複数の永久磁石3

1を軸方向に位置決めするとともに、コア30を構成する鋼板を挟持する第1及び第2のプレート21a、21bを有する。これらのプレートは、双方とも全く同一の形状とされており、図5に詳細を示すように、コア30の端面に当付けられる面側に連絡油路を構成する3つの溝24を形成されている。これらの溝24は、内周側の周回溝24'により相互に連結されて、等角度(本形態において120°)間隔で放射方向に延び、ロータ3の後に詳記する軸方向油路32の端部に対応する位置で終端している。プレート21には、更に3つの油孔25が形成されている。これらは、上記各溝24の終端部位置と同径位置に、各溝24の中間部に位置して等角度(本形態において120°)間隔で設けられており、プレート21を板厚方向に貫通している。

【0013】図3に戻って、モータ内の冷却回路は、ロータシャフト2に形成され、軸方向油路22及びそれに連通された第1及び第2の径方向油路23a、23bと、コア30に形成され、永久磁石31の径方向内側を軸方向に貫通する第1及び第2軸方向油路32a、32bと、第1のプレート21aに形成され、ロータシャフト2の第1の径方向油路23aとコア30の第1の軸方向油路32aとを連通する第1の連絡油路24aと、コア30の第2の軸方向油路32bに連通され、ステータ4の第1のコイルエンド41aの径方向内方に開口する第1の油孔25aと、第2のプレート21bに形成され、ロータシャフト2の第2の軸方向油路23bとコア30の第2の軸方向油路32bとを連結する第2の連絡油路24bと、第1の軸方向油路32aに連結され、ステータ4の第2のコイルエンド41bの径方向内方に開口する第2の油孔25bと、ロータシャフト2の軸方向油路22に油を供給する供給手段5(図1参照)とから構成されている。

【0014】図4に示すように、コア30内の軸方向油路32は、この形態では、各永久磁石31の径方向内側に、永久磁石31に隣接する油路周面32'を永久磁石31の外表面31'に沿わせて、ほぼ匹敵する幅の並行面を形成されている。そして、ロータ3のコア30は、同一形状の複数の鋼板30'からなる鉄心を軸方向に積層して構成されている。

【0015】図1に示すように、冷却回路の供給手段5は、この実施形態では、ロータシャフト2の軸方向油路22の一端に、モータケース10に接続されたギヤケース90側から挿入された給油パイプ50で構成されている。図2にその構成をギヤケース90側から見て示すように、給油パイプ50は、その一端にオイルレシーバ51を備えている。オイルレシーバ51は、ギヤケース90内に配設されたリングギヤ95と大径歯車92(図2では、その輪郭のみ示す)の外周部に跨がるように位置付けられ、リングギヤ95と大径歯車92の回転により掻き上げられた油をロータシャフト2のレベルで捕集す

る機能を果たす。なお、モータケース10とギヤケース90とは、開口52で連通されており、この開口52の下面は、モータケース10側のオイルレベルを、図に点線で示すロータ3の外周最下方に保つ堰としての機能を果たす。更に、両ケース10、90は、開口52の下方に形成されたオリフィス53で連通されており、このオリフィス53は、両者のオイルレベルを均衡させる機能を果たす。

【0016】このように構成されたモータの冷却回路において、潤滑と冷却を兼ねる油は、主としてギヤケース90内に、図2に中段の点線で示すレベルまで入れられている。この状態からモータの運転が開始されると、それにより駆動されるリングギヤ95が、図2において反時計回りに、また、大径歯車92が時計回りに回転し、それらにより掻き上げられた油がオイルレシーバ51に捕集される。捕集された油は、給油パイプ50に導かれてギヤケース90側からロータシャフト2の軸方向油路22内に供給される。

【0017】図3には、上記のように構成されたモータの冷却回路におけるモータ側の油の流れが矢印で示されており、上記のようにしてロータシャフト2の軸方向油路22に供給された油は、ロータシャフト2の回転による遠心力で軸方向油路22の周面に沿って流れ、一方で第1の径方向油路23aに入り、プレート21aの第1の連絡油路24a、コア30の第1の軸方向油路32aを経て、プレート21bの第2の油孔25bからロータ3の遠心力により一方のコイルエンド41bに吹きかけられる。また、他方で第2の径方向油路23b、プレート21bの第2の連絡油路24b、コア30の第2の軸方向油路32bを経て、プレート21aの第1の油孔25aからロータ3の遠心力により他方のコイルエンド41aに吹きかけられる。したがって、油はコア30の第1及び第2の軸方向油路32を流れる際に、コア30とその外周の永久磁石31を一方通行の流れで確実に冷却して、コア30のうず電流損やヒステリシス損による発熱と、永久磁石31の不可逆減磁を抑えるとともに、第1及び第2の油孔25から放出されて、ステータ4の両端のコイルエンド41に油を供給されてそれらを確実に冷却し、コイルのエナメル、ワニス、絶縁紙の熱に対する保護と、電気抵抗の増加を抑えることができる。

【0018】このようにモータを冷却した後の油は、モータケース10を伝わり、あるいは各部から滴下して、モータケース10の下方に集まり、開口52の下面レベルを越えた分がギヤケース90側に戻る。こうしたモータの運転中は、上記の各油路等に油が流れているので、ギヤケース90内のオイルレベルは図2の最下方の点線のレベルまで低下し、モータケース10内のオイルレベルは最上方の点線のレベルを保つ。そして、モータの運転を停止すると、オリフィス53を通る油の流れで、両オイルレベルが徐々に均衡し、やがて図の中段に示す点

線のレベルとなる。

【0019】以上、詳述したように、この冷却回路では、ステータ4側のコイルとロータ3側のコア30の油冷却を両立させるため、ロータシャフト2の軸方向油路22に導入された油が、ロータシャフト2の径方向油路23を通してロータコア30の両側面に配設されたプレート21の連絡油路24からコア30内に導かれる。コア30内の軸方向油路32は、コア30内にそれぞれ流れの方向が逆な油路として周方向に均等に配置されており、これによりコア30を万遍なく冷却する。そして、この油は反対側のプレート21から出て、遠心力によってコイルエンド41の内側に吹きかけられる。これらコア30内の軸方向油路数は、図4に示すように、6極の極数に対応して6本設けられており、それらの内半数の3本ずつが交互に片側のプレート21からの油の供給を受け、もう一方のプレート21に排出する。これによって各軸方向油路の油の流れは一端から他端に達する一方向の流れとなり、常時油の流動が確保され、しかも最終的に両側のコイルエンド41まで油を確実に導出することができ、かくして冷却部において枝別れの無い冷却油の流れが常時形成される。しかも、油路を構成する部品としてのコア30の両側面のプレート21は、全く同じ形状とすることで部品として共通化され、また、コア30を構成する各鋼板30'についても、統一された全て同一形状のものとすることで、部品として共通化されている。

【0020】以上、本発明を実施形態に基づき詳説したが、本発明はこれらの実施形態に限るものではなく、特許請求の範囲に記載の事項の範囲内で種々に具体的構成を変更して実施することができる。特に供給手段については、モータ又はギヤ部の回転により駆動されるオイル

ポンプで構成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係るモータの軸方向断面図である。

【図2】図1のA-A方向矢視図である。

【図3】上記モータのステータとロータを取り出して油路配置を示す軸方向断面図である。

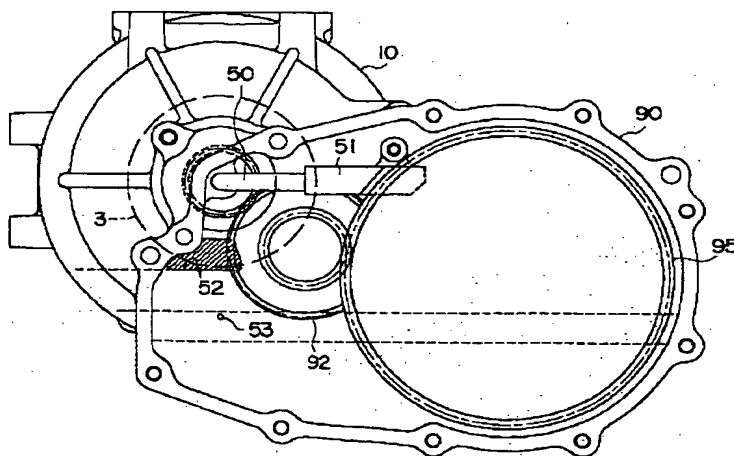
【図4】上記モータのロータとプレートの位置関係を示すロータコアの軸横断方向断面図である。

【図5】上記プレートの詳細を示す斜視図である。

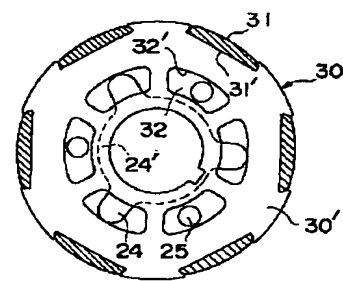
#### 【符号の説明】

- 2 ロータシャフト
- 3 ロータ
- 4 ステータ
- 5 供給手段
- 21 a 第1のプレート
- 21 b 第2のプレート
- 22 軸方向油路
- 23 a 第1の径方向油路
- 23 b 第2の径方向油路
- 24 a 第1の連絡油路
- 24 b 第2の連絡油路
- 25 a 第1の油孔
- 25 b 第2の油孔
- 30 コア
- 30' 鋼板
- 32 a 第1の軸方向油路
- 32 b 第2の軸方向油路
- 41 a 第1のコイルエンド
- 41 b 第2のコイルエンド

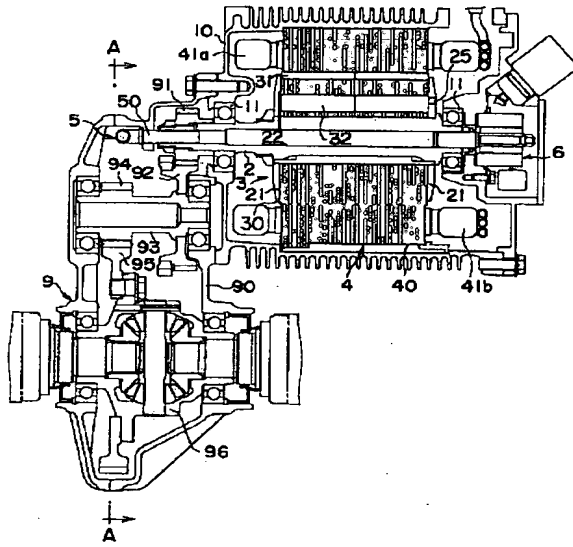
【図2】



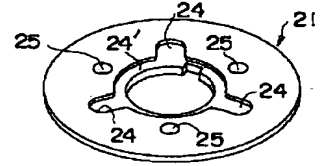
【図4】



【図1】



【図5】



【図3】

